

URSACHEN UND THERAPIE VON GEFÄßVERLETZUNGEN

von
Klaus Hodel
aus
Karlsruhe

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

URSACHEN UND THERAPIE VON GEFÄSSVERLETZUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt

von

Klaus Hodel

aus

Karlsruhe

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan:	Prof. Dr. L. Demling
Referent:	Priv. Doz. Dr. K. Schwemmle
Korreferent:	Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 4.2.1974

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Teil A.

Geschichtlicher Rückblick auf die Gefäßchirurgie

Teil B.

1. Verletzungsarten bei Gefäßverletzungen
2. Diagnose bei Gefäßverletzungen
3. Behandlung traumatischer Arterienverletzungen
4. Komplikationen bei Gefäßverletzungen

Teil C.

Akute Gefäßverletzungen

1. Übersicht, Ätiologie, Behandlung,
Topographie, Behandlungsergebnisse
2. Iatrogene Gefäßverletzungen
3. Gefäßverletzungen mit Frakturen

Teil D.

Chronische Gefäßverletzungen

1. Entstehung, Ätiologie
2. Metzgerstichverletzungen
3. Diagnose chronischer Gefäßverletzungen
4. Behandlung und Topographie chronischer
Gefäßverletzungen

Teil E.

Zusammenfassung und Erläuterung der entstandenen
Komplikationen

Teil F.

Zusammenfassung

Teil G.

Literaturverzeichnis

Geschichtlicher Rückblick auf die Gefäßschirurgie

(gekürzt nach Kremer (1) / (2))

Aus vorchristlicher Zeit ist bekannt, daß die Verhinderung oder Stillung von Blutungen mit Glüheisen, Kälte, Tamponade bzw. Kompression oder siedendem Öl vorgenommen wurde. Erste Berichte über Ligaturen von Gefäßen stammen von Celsus (25 v. Chr. bis 25 n. Chr.). Archigenes, ein bekannter Wundarzt aus der römischen Kaiserzeit, soll bereits Gefäße umstoßen und unterbunden haben. Bis zum Jahre 300 n. Chr. entwickelte sich die Gefäßschirurgie sogar so weit, daß ein Arzt bei aneurysmatischen Erweiterungen die Spaltung und Ausräumung des Sackes vorschlug (dieses Verfahren wurde übrigens erst von Hunter 1755 wieder aufgegriffen). In den folgenden Jahrhunderten ist lediglich von Pari, Heister, Hunter und Lister berichtet, daß sie sich mit der Gefäßschirurgie befaßten.

Das Fundament zur Gefäßschirurgie, der Gefäßnaht, wurde 1759 gelegt, als Hallowell erstmals beim Menschen eine iatrogene Verletzung der Cubitalvene durch umschlungene Naht versorgte. Der Gedanke der operativen Versorgung durch Naht des Gefäßes geht auf Lambert zurück. Tierexperimente führten aber immer zu Thrombosen, so daß 100 Jahre vergingen, ehe neue Versuche unternommen wurden. Durch Arbeiten von Riedel (1875) Baumgarten (1876), von Raab (1879), v. Wattmann (1843), Ricket (1860), Follin (1871) und Hüter (1873), wurde die Ansicht Leisters

über eine funktionell wirksame Gefäßnaht gestützt. Mit der Anti- und Asepsis, der Einführung der Blutleere sowie der Narkose, konnte die Gefäßchirurgie - trotz mancher Gegner wie Langenbeck und Pirogoff - weiterentwickelt werden. Die Zahl der gelungenen Gefäßnähte vermehrte sich rasch. 1891 gab Schede eine Erfolgszahl von 25 - 30 nach seitlicher Gefäßnaht an. Die erste zikuläre Vereinigung gelang v. Horroch 1888 beim Hund; Kümmel berichtete 1899 über die erste zikuläre Venennaht beim Menschen. Die Prognosen über Arteriennähte waren nach Tierexperimenten zunächst sehr zurückhaltend. Man bezweifelte die Haltbarkeit der Nähte, befürchtete Nahtinsuffizienz und Stichkanalblutungen. Diese Erfahrungen mußten zunächst auch Jaboulay und Briau machen, doch gelang ihnen schließlich 1898 die Vereinigung einer durchtrennten Arterie. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts konnte Jassinowsky 26 gelungene Arteriennähte nachweisen und stellte Richtlinien für eine erfolgreiche Gefäßchirurgie auf. Während der Zeit des ersten Weltkrieges berichtete Lexer über eine erfolgreiche Überbrückung eines Arteriendefektes durch ein autologes Venentransplantat.

Weitere entscheidende Fortschritte konnten aber erst durch Einbeziehung der neuesten Erkenntnisse der Medizin erzielt werden. Für die Gefäßchirurgen waren von besonderer Wichtigkeit das Wissen um die Thrombosebildung und Thromboseprophylaxe, die Röntgenkontrastdarstellung der Gefäße, die Kenntnis der gefäßverengenden Reflexe, die Einführung

der Antibiotika und schließlich die Verbesserung der Narkoseverfahren. Im 2. Weltkrieg lag die Amputationsrate nach Brisbin (3) bei 48,9 % (Körner und Schlosser geben 35,8 % an (4)). Im Koreakrieg wandten die Amerikaner erstmals in großem Stile die Verfahren zur Rekonstruktion der Gefäße an. In dieser Zeit konnte die Amputationsrate auf 13 % (5) gesenkt werden, was vor allem dem raschen Weitertransport der Verwundeten in ein entsprechendes Lazarett zu verdanken war. Bei Unterbindung der Gefäße gaben Jahnke und Seeley 1953 (5), Ziperman 1954 (6), Hughes 1954 (7) und Spencer 1955 (8), noch eine Amputationsrate von 40 - 50 % an. In den Jahren nach dem Koreakrieg wurden sehr viele Chirurgen mit den gefäßchirurgischen Techniken vertraut. Die gewonnenen Erfahrungen trugen dazu bei, daß in Vietnam nur noch 8 % der Soldaten mit Gefäßverletzungen den Verlust einer Extremität beklagen mußten. S. Levitsky et al., die vom August bis Juli 1968 55 Soldaten mit Gefäßverletzungen operierten, konnten diese Rate auf 3,8 % senken (9).

Somit fand die Ära der "verstümmelnden Gefäßchirurgie" (Ligaturen unter Inkaufnahme ischämischer Komplikationen) Schritt für Schritt ihre Ablösung durch die Ära der "rekonstruktiven Eingriffe" (Vollmar (10)).

Verletzungsarten bei Gefäßverletzungen (11)

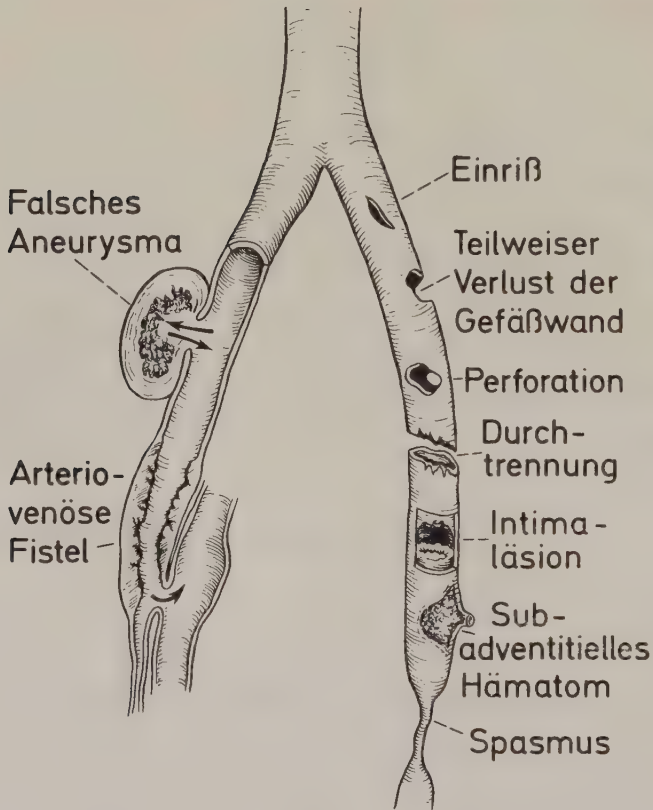
Bei Verletzungen der Gefäße unterscheidet man zwischen scharfen und stumpfen Traumen. Ein Trauma kann einen Einriss, teilweisen Verlust der Gefäßwand, Perforation, totale Durchtrennung, Intimaläsion mit Thrombosebildung, ein subadventielles Hämatom, Gefäßspasmus, falsches Aneurysma oder eine arteriovenöse Fistel hervorrufen. Die Abbildung 1 soll diese Verletzungsarten erläutern.

Während bei scharfen Traumen ein Gefäß meist eingerissen oder total durchtrennt wird, findet man beim stumpfen Trauma oft nur Spasmen oder Intimaläsionen mit Thrombosebildung. Gefäßzerreißen können aber auch bei stumpfen Traumen mit begleitender Fraktur entstehen, meist infolge Kompression oder Kontusion durch Knochenfragmente.

Diagnose von Gefäßverletzungen (11 / 12 / 13)

Probleme bei der Diagnose einer akuten Arterienverletzung entstehen, wenn keine Blutung aus einer offenen Wunde besteht. Unter solchen Umständen müssen Farbe, Umfang, Temperatur, Berührungssinn und Motorik streng beobachtet werden. Der Zustand der Weichteile sollte dauernd untersucht werden. Ischämiezeichen müssen von neurologischen Ausfallserscheinungen infolge Nervenschädigung abgegrenzt werden. Die Möglichkeit einer Gefäßläsion sollte immer eingeräumt werden; dadurch ist auch eine rechtzeitige Diagnose möglich.

Baumann und Becker (12) fordern daher, daß jeder Unfallchirurg einen exakten Pulsstatus erheben kann. Bei grossen Hämatomen und Schwellungen ist es oft nicht leicht, die Pulse sicher zu tasten. Der geringste Zweifel sollte daher eine Arteriographie veranlassen. Häufig wird ein nicht zu tastender Puls mit dem Vorliegen eines Gefäßspasmus erklärt. Diese Fehldiagnose führt in der Regel zu intraarterieller Infusion oder Injektion von Vasodilantien. Eine solche Maßnahme kann bei einer Gefäßverletzung nicht nutzen, jedoch noch zusätzlichen Schaden zufügen. Denn durch die Vasodilantien kommt es zu einem starken Druckabfall im arteriellen System der ganzen Extremität, die für eine Kollateralisation der unterbrochenen Gefäßstrecke nur nachteilig sein kann. Außerdem wird die ohnehin vorhandene Schwellungsneigung der traumatisierten Extremität noch zusätzlich verstärkt.

Abbildung 1Arten der GefäßverletzungenCHRONISCHAKUT

Behandlung traumatischer Arterienverletzungen

(1 / 11/ 12/ 13/ 14/ 15/ 16/ 26)

Ziel der Behandlung sollte unter allen Umständen sein, eine Wiederherstellung der Gefäßkontinuität zu erreichen. Man vermeidet somit Spätkomplikationen wie ein pulsierendes Hämatom, ein falsches Aneurysma oder eine arteriovenöse Fistel. Zunächst muß eine arterielle Blutung möglichst ohne Zeitverlust gestillt werden, was durch Tamponade oder manuelle Kompression geschehen kann. Es empfiehlt sich, die verletzte Extremität hochzulagern und den Blutverlust zu ersetzen. Vor der Gefäßnaht oder der Veneninterposition, muß eine exakte Wundausschneidung erfolgen, da sonst die Gefahr einer Infektion entsteht. Erst dann erfolgt die Versorgung der Arterie. Hierbei steht eine Anzahl technischer Methoden zur Verfügung (siehe Tabelle 4). Wie in allen Situationen muß der Chirurg diejenige wählen, welche die Einfachste bei besten Erfolgsaussichten erscheint. Entscheidend ist letztlich die Topographie der Verletzung, der eingetretene Zeitverlust, der Zustand von Kollateralen und die entstandenen Begleitverletzungen wie Frakturen, Nervenschädigungen und Weichteilquetschungen, was auch für den Späterfolg von Bedeutung ist.

Wenn weniger als ein Drittel des Umfanges der Arterienwand eingerissen ist und die Gefäßränder sauber abgeschnitten sind, ist die direkte Naht eine zufriedenstellende Methode.

Ist der Bruch ausgedehnt und die Arterienwand gequetscht, muß das zerstörte Gebiet weit exzidiert werden und die Arterienenden durch direkte Anastomose End zu End vereinigt werden. Beträgt der Abstand der Stümpfe mehr als zwei Zentimeter und eine Naht ohne Zug ist nicht gewährleistet, so empfiehlt sich, ein autologes Vena saphena magna-Transplantat anzuwenden. Bei Gefäßen vom Kaliber der A. iliaca und größer, kommt es zur Anwendung synthetischer Prothesen, was penible chirurgischer Techniken und Asepsis verlangt. Bei nur teilweisem Verlust einer Gefäßwand empfiehlt sich ein Venenpatch, ebenso bei Gefahr der Lumeneinengung nach direkter Naht.

Die Behandlung von Arterienverletzungen erfordert sowohl gewisse technische Voraussetzungen wie auch manuelles Geschick. Ist dies nicht gegeben, ist dem Patienten mit einer vorübergehenden Wundversorgung und schneller Überweisung in ein Gefäßzentrum besser gedient.

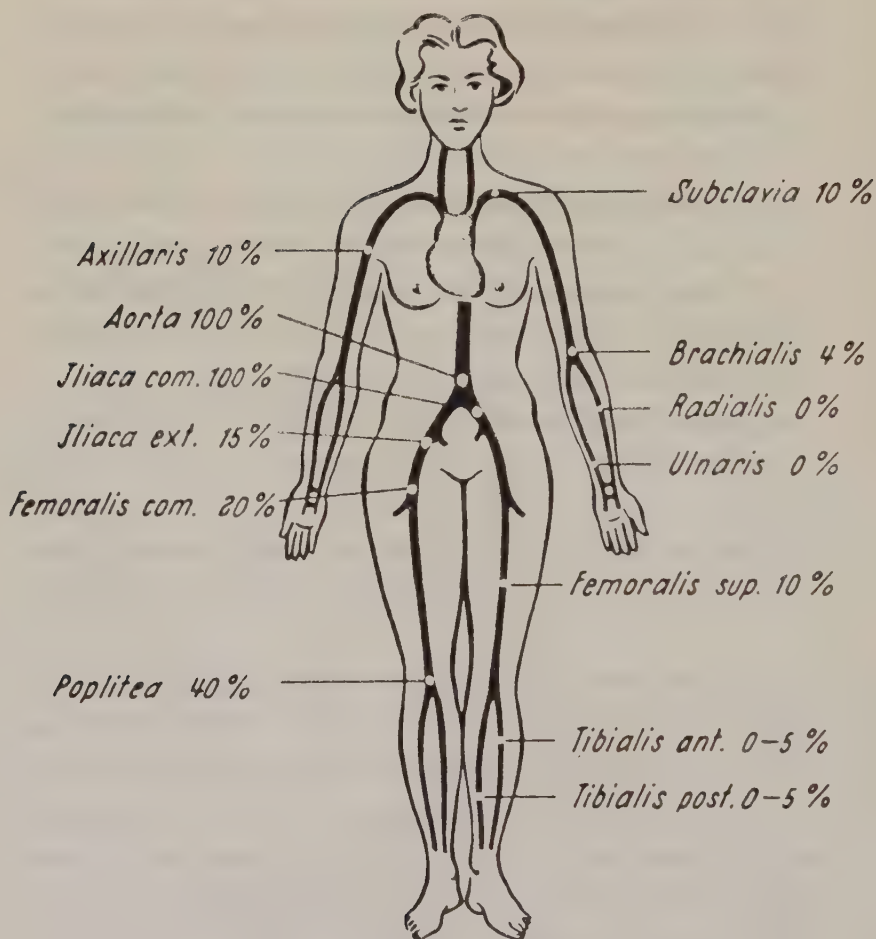
Während in Fällen blutender Arterien die Notwendigkeit schneller Hilfe für jeden klar ersichtlich ist, ist dies bei traumatischen Thrombosen weniger deutlich. Tatsächlich aber haben traumatische Spasmen ausgedehnte Thrombosen zur Folge, die wiederum ischämische Schäden nach sich ziehen können, wie man es nach der ursprünglichen Schwere der Verletzung nicht zu erwarten und abzuschätzen vermochte. Sogar Verletzungen vom Ne-

benarterien können zu Weichteilschäden führen. Die Gefahr wächst mit dem Zeitverlust nach dem Trauma. Zeigt sich 3 - 4 Stunden nach der Verletzung keine Besserung der Ischämiezeichen und -symptome, so sollte eine Angiographie durchgeführt werden. Sollte sich dann die Diagnose einer Thrombose bestätigen, dann ist hinsichtlich gefäßchirurgischer Eingriffe keine Zeit mehr zu verlieren.

Bei offenen Gefäßverletzungen läßt sich die Blutung zwar durch eine Ligatur am sichersten beherrschen, jedoch wird die Gefahr von ischämischen Schäden für den distalen Körperabschnitt nicht unerheblich. Die Abbildung 2 zeigt die Gangrängefahr nach Ligatur der verschiedenen Körperschlagadern (nach Pratt).

Abbildung 2

Gangrängefahr nach Ligatur der
verschiedenen Körperschlagadern nach Pratt



Komplikationen bei Gefäßverletzungen
(12/ 13/ 14/ 17)

Thrombosen und Blutungen sind diejenigen Komplikationen, die bei Eingriffen der Gefäßchirurgie am meisten gefürchtet werden. Bezüglich der Haltbarkeit haben Gefäßnähte in bereits infiziertem Wundgebiet kaum eine Chance, was besonders bei offenen Verletzungen zu beachten ist, da hier Infektionen und somit Komplikationen leichter auftreten. Große Gefahr liegt auch in den postoperativen Nachblutungen, während Nahtinsuffizienzen bei einwandfreier Technik nur noch dann beobachtet werden, wenn die Nähte unter zu großer Spannung stehen. Deshalb sollte auch bei End-zu-End-Anastomosen der Abstand nicht größer als 1 - 2 Zentimeter sein. Gefäßeinengungen, die entweder direkt durch die Naht oder durch Spannung entstehen, fördern die Thromboseentstehung oder die Bildung poststenotischer Erweiterungen.

Bei Gefäßverletzungen mit Frakturen gelingt es zwar oft, eine einwandfreie Strombahnkontinuität wieder herzustellen, jedoch kann bei komplizierten Frakturen infolge Weichteilnekrosen und -quetschungen der Erfolg noch nach Wochen in Frage gestellt werden.

Akute Gefäßverletzungen

In der Zeit von 1967 - 1971 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen 93 Patienten wegen akuter Gefäßverletzungen behandelt. In diesem Krankengut sind die zahlreichen Bagatellfälle, die täglich in der Ambulanz versorgt werden, nicht berücksichtigt. Sämtliche Patienten lagen in stationärer Behandlung. Die Zahl der behandelten Verletzungen stieg im Untersuchungszeitraum von Jahr zu Jahr beträchtlich an, je weiter sich die Gefäßchirurgie in Erlangen entwickelte. Gleichzeitig sind auch die technischen und diagnostischen Möglichkeiten verbessert worden.

Bei 93 Patienten gab es 76 Arterienverletzungen und 31 Venenverletzungen (siehe Tabelle 1).

Im Gegensatz zu amerikanischen Statistiken, die Verletzungen aus dem Korea- und Vietnamkrieg enthalten, finden sich bei uns unter den akuten Verletzungen keine Kriegsverletzungen. In der Ätiologie liegen die iatrogenen Schäden mit 48,3 % an der Spitze. An zweiter Stelle liegen die Verkehrsunfälle mit 20,4 %, gefolgt von den Arbeitsunfällen mit 13 %. Es fällt auf, daß in Erlangen keine Gefäßschäden infolge Schußverletzungen behandelt werden mußten, während Smith, Szilagyi und Pfeifer (14) in einem zivilen Krankengut von 42 Patienten 13 Schußverletzungen angeben (siehe Tabelle 2).

Unter "Sonstiges" (Tabellen 2 und 3) sind Verletzungen vermerkt, die in der Schule, beim Sport, im Haushalt oder bei Schlägereien erworben wurden. Es handelt sich meist um Schnittverletzungen, wie z.B. beim Fall durch Glastüren oder dergleichen. Meist waren nur Muskeläste von Hauptarterien betroffen, so daß hier der Prozentsatz mit Wiedererlangung der vollen Funktion am günstigsten ist. Mit 12 % liegen die iatrogenen Verletzungen (Tabelle 3) unter den eingeschränkten Funktionen am niedrigsten. Das hängt sicherlich damit zusammen, daß die Verletzung schnell erkannt und sofort behandelt werden kann. Die Verkehrsunfälle zeigen mit 26 % die höchste Amputationsrate (Tabelle 3). Meist sind die Begleiterscheinungen wie Weichteilquetschungen und Frakturen so schwerwiegend, daß trotz guter Strombahnwiederherstellung die Extremität nicht gerettet werden konnte.

Bei den 73 akuten Arterienverletzungen wurde 56 x die arterielle Strombahn wiederhergestellt. Sehr gute Ergebnisse mit voller Funktion der Extremitäten konnte bei 40 Patienten erzielt werden. 9 Patienten behielten eine Funktionsbeeinträchtigung zurück. Bei 6 Patienten konnte kein genügender arterieller Durchfluß erzielt werden oder es waren die ischämischen Schäden schon so weit fortgeschritten, daß eine Amputation unumgänglich war.

Von einem Patienten war der weitere Verlauf seiner Genesung nicht zu erforschen. Konservative Behandlung bzw. Gefäßligatur, erfolgte bei 17 Patienten. Dabei kam es einmal zu einem Exitus, zweimal zur Nephrektomie und einmal zur Amputation. Bei drei dieser Patienten konnte nur eine eingeschränkte Funktion erzielt werden, während zehn wieder vollständig genesen sind.

Die Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die Behandlung von 73 akuten Arterienverletzungen und ihren Folgen.

Die Tabelle 5 bezieht sich auf die Behandlung und Folgen akuter Venenverletzungen. Bei der Behandlung von 31 akuten Venenverletzungen wurden 16 Venen ligiert, wobei in 11 Fällen gute Erfolge erzielt werden konnten. 13 x wurden die Venen mit Naht versorgt, wobei eine Erfolgsquote von 61,5 % erzielt werden konnte. Einmal wurde bei einer Varizen-Op die Vena Femoralis durchtrennt; der Defekt konnte mit einem Venentransplantat beseitigt werden und blieb ohne ernstliche Nachwirkungen.

Tabelle 1Übersicht akuter Verletzungen

Verletzung einer Arterie:	59
Verletzung zweier Arterien:	3
Verletzung von Arterie und Vene:	11
Verletzung von Venen:	20
Akute Verletzungen insgesamt:	93
=====	

Tabelle 2Ätiologie von 97 akuten Gefäßverletzungen

	Arterien	Venen	Art.+Vene	Ges.	%
Iatrogen	30	11	4	45	48,3
Verkehr	14	4	1	19	20,4
Arbeit	6	4	2	12	13,0
Sonstiges	11	-	4	15	16,2
Suizid	1	1	-	2	2,1
Gesamt	62	20	11	93	
=====					

Tabelle 3Ätiologie und Folgen von 73 akuten Arterienverletzungen (%)

	Anz.	Absolut-% volle F.	eing.F.	Amput.	Neph.	Mort.	unb.
Iatrogen	34	25-75,0	4-12,0	3-9,0	1-3,0	1-3,0	-
Verkehr	15	6-39,6	3-19,8	4-26,4	1-6,6	-	1-6,6
Arbeit	8	6-75,0	2-25,0	-	-	-	-
Sonstige	15	13-85,8	2-13,2	-	-	-	-
Suizid	1	-	1	-	-	-	-
Gesamt	73	50-65,5	12-15,7	7-9,2	2-2,6	1-1,3	1-1,3
=====							

Tabelle 4Übersicht über die Behandlung von Arterienverletzungen

	Ges.	volle Funkt.	eing. Funkt.	Amput.	Nephr.	Mortal.	unbek.
End-zu-End	21	11	5	4	-	-	1
Naht	10	8	2	-	-	-	-
Veneninter	6	5	-	1	-	-	-
Prothese	1	1	-	-	-	-	-
Ligatur	16	10	3	-	2	1	-
Thrombekt.	14	13	1	-	-	-	-
Venenpatch	4	2	1	1	-	-	-
Konservativ	1	-	-	1	-	-	-
Gesamt	73	50	12	7	2	1	1

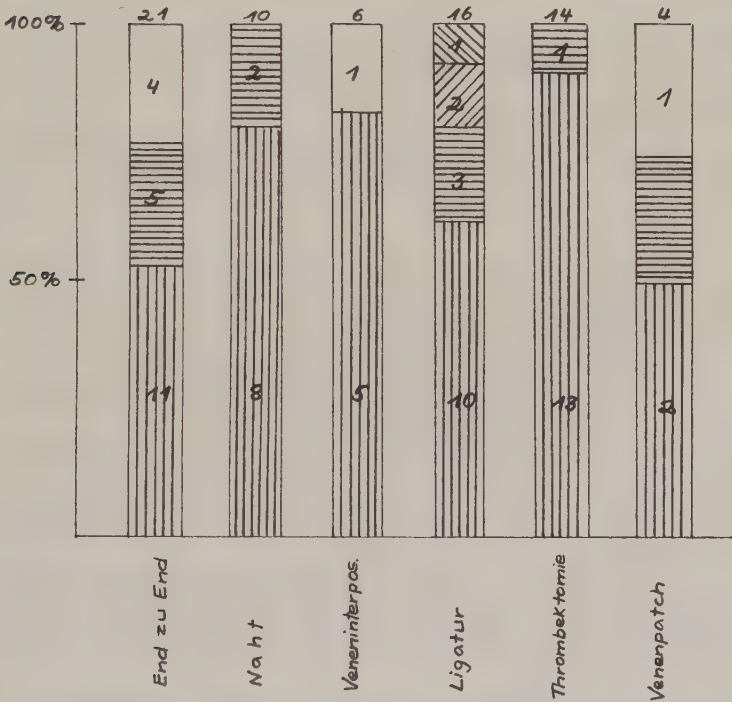
Tabelle 5Behandlung und Folgen akuter Venenverletzungen

	Ges.	volle Funkt.	eing. Funkt.	Nephr.	Mort.	unbek.
Ligatur	16	11	2	3	-	-
Naht	13	8	-	1	3	1
End-zu-End	1	1	-	-	-	-
Veneninter	1	1	-	-	-	-
Gesamt	31	21	2	4	3	1

Abbildung 3

Gefäßchirurgische Techniken

Die Säulenhöhe entspricht dem Prozentsatz. Die Ziffern in den Säulen geben die absoluten Zahlen an.



volle Funktion



Nephrektomie



eingeschränkte Funktion



Mortalität



Amputation

Die Topographie der akuten Gefäßverletzungen kann aus der Tabelle 6 ersehen werden. Am häufigsten fanden sich Verletzungen der Brachialgefäße mit 21 % und der Femoralgefäße mit 15 % sowie der Poplitealgefäße mit 12 %.

Wie man aus Tabelle 7 ersieht, entfielen auf Hals, Bauch, Thorax und Beckenbereich 15 akute Arterienverletzungen, auf die unteren Extremitäten 33 und auf die oberen Extremitäten 28 Verletzungen.

Bei den akuten Venenverletzungen liegt die Verteilung bei 22, 5 und 4 Verletzungen.

Mit der Abbildung 4 soll die Verteilung auf diese Bereiche veranschaulicht werden. So zeigt sich, daß die Venen des Hals-, Thorax-, Bauch- und Beckenbereiches mit 71 % am stärksten gefährdet werden, während bei den Arterien die unteren Extremitäten mit 43 % an der Spitze liegen.

Die Abbildung 5 vergleicht die Verteilung der akuten Arterienverletzungen verschiedener Autoren.

Bei 46 Verletzungen von Hauptarterien mußten 6 Extremitäten amputiert werden. Dazu kommt noch eine Vorfußamputation nach Verletzung der Arteria femoralis profunda. (Näheres über Begleitverletzungen und Umstände der Amputation erläutert die Übersicht 7 a Seite).

Die Abbildung 6 vergleicht die Amputationen, die verschiedene Autoren angegeben haben. Die Länge eines Kästchens entspricht dem Patientengut, wobei der Anteil der Amputation schraffiert ist.

Die Abbildung 7 vergleicht die Amputationsraten verschiedener Autoren vom 2. Weltkrieg bis heute. Während im 2. Weltkrieg nach Körner und Schlosser die Amputationsrate noch bei 35,8 % lag (Brisbin gibt 48,9 % an), konnten Morris, Beal und Debakey 1960 über eine Rate von 6,2 % berichten. Levitsky et al. verzeichneten 1966 - 1967 im Vietnamkrieg bei 55 behandelten Soldaten sogar eine Amputationsrate von nur 3,8 %. In der Zeit von 1967 - 1971 liegt in Erlangen die Quote bei 9,2 %.

In der Tabelle 9 soll nochmals ein Überblick gegeben werden über die topographische Lage sämtlicher Gefäßverletzungen. Bei 107 Patienten kam es zu 122 akuten oder chronischen Läsionen eines Gefäßes. Auf den Bereich von Hals, Bauch und Becken entfielen 35, auf die untere Extremität 53 und auf die obere Extremität 34 Verletzungen.

12.2 GEFÄSSVERLETZUNGEN

TOPOGRAPHIE

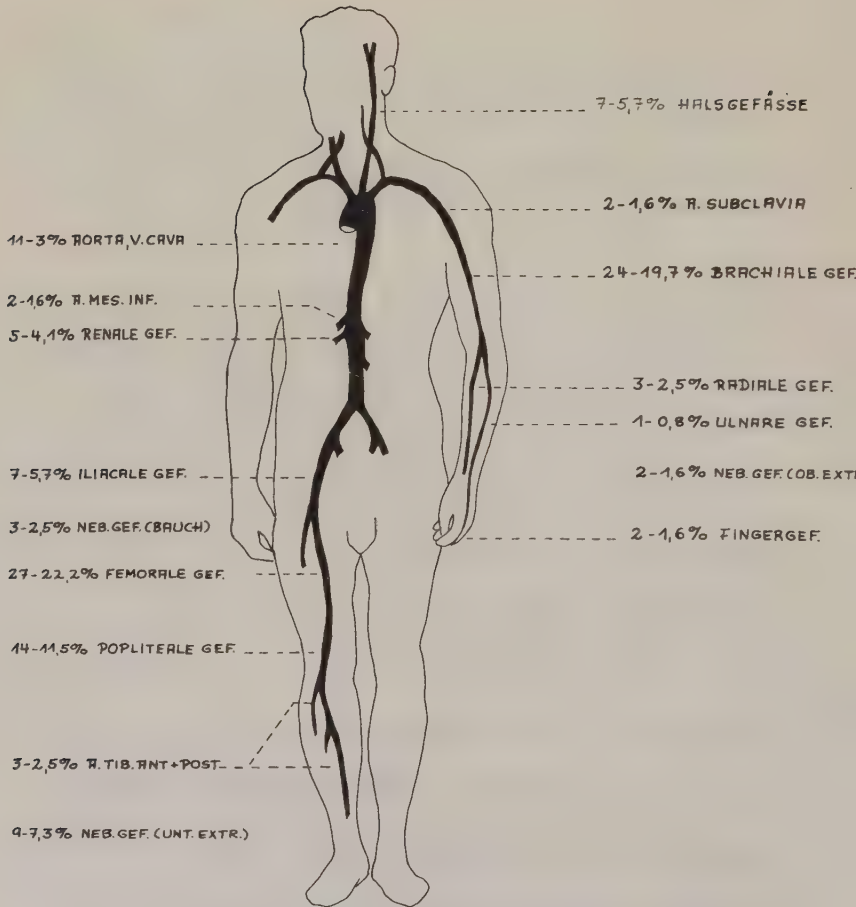


Tabelle 6Akute Gefäßverletzungen - Topographie

	Arterien	Venen	Gesamt
Halsgefäße	4	3	7
Aorta; V.cava	2	8	10
Mesenterialgef.	2	-	2
Renalgef.	2	4	6
Nebengef. Bauch-Becken	3	2	5
Iliacale Gef.	2	5	7
Femoralgef.	12	4	16
Poplitealgef.	12	1	13
Unterschenkel	2	-	2
Nebengef. untere Extr.	7	-	7
Schultergef.	1	-	1
Brachialgef.	20	3	23
Radiale Gef.	3	-	3
Ulnare Gef.	1	-	1
Finger	1	1	2
Nebengef. obere Extr.	2	-	2
	76	31	107
	=====	=====	=====

Tabelle 7Verteilung der akuten Verletzungen

	Arterien	Venen	Gesamt
Hals, Thorax, Bauch, Becken	15= 20 %	22=71%	37=35,2%
Untere Extremität	33= 34 %	5=16%	38=34,3%
Obere Extremität	28= 37 %	4=13%	32=30,5%

Tabelle 8Topographie - Amputation

Arteria brachialis	20	1
Arteria iliaca	2	1
Arteria femoralis	12	3
Arteria poplitea	12	1
Arteria fem.prof.	1	1

Tabelle 9Topographie sämtlicher Gefäßverletzungen

Halsgefäße	7	-	5,7 %
Aorta, V.Cava	11	-	9,0 %
Mesenterialgefäße	2	-	1,6 %
Renale Gefäße	5	-	4,1 %
Nebengefäße Bauch	3	-	2,5 %
Iliacale Gefäße	7	-	5,7 %
Femorale Gefäße	27	-	22,2 %
Popliteale Gefäße	14	-	11,5 %
Unterschenkelgefäße	3	-	2,5 %
Nebengef. untere Extremitäten	9	-	7,3 %
Schultergefäße	2	-	1,6 %
Brachialgefäße	24	-	19,7 %
Radialgefäße	3	-	2,5 %
Ulnargefäße	1	-	0,8 %
Fingergefäße	2	-	1,6 %
Nebengef. obere Extremitäten	2	-	1,6 %

Diese 122 Verletzungen verteilen sich auf:

<u>akute Verletzungen - 107</u>	<u>chronische Verletzungen - 15</u>
1 Arterie verletzt 59	1 Verletzung 13
2 Arterien verletzt 3= 6	Arterie und Vene 1 = 2
Venenverletzung 20	
Arterie und Vene 11= 22	

Abbildung 4

Verteilung der Gefäßverletzungen auf Hals-Thoraxbereich
Untere Extremität und obere Extremität

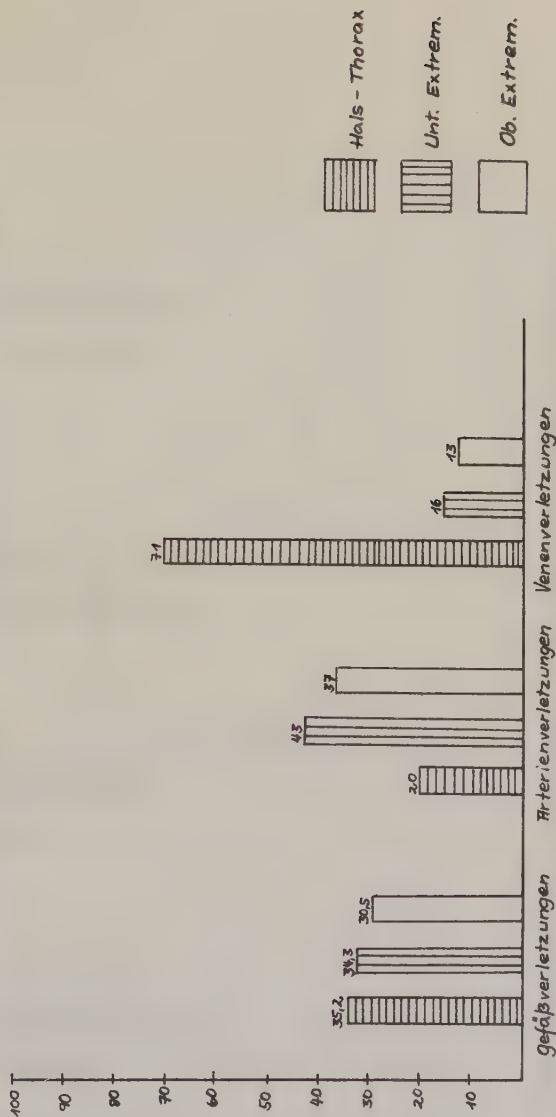


Abbildung 5
Verteilung der Verletzungen bei verschiedenen Autoren

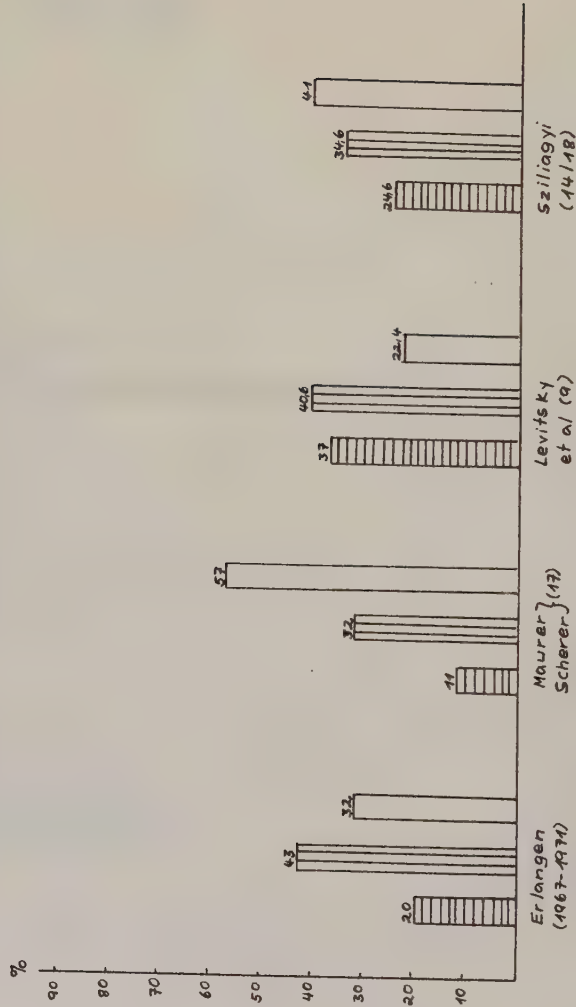
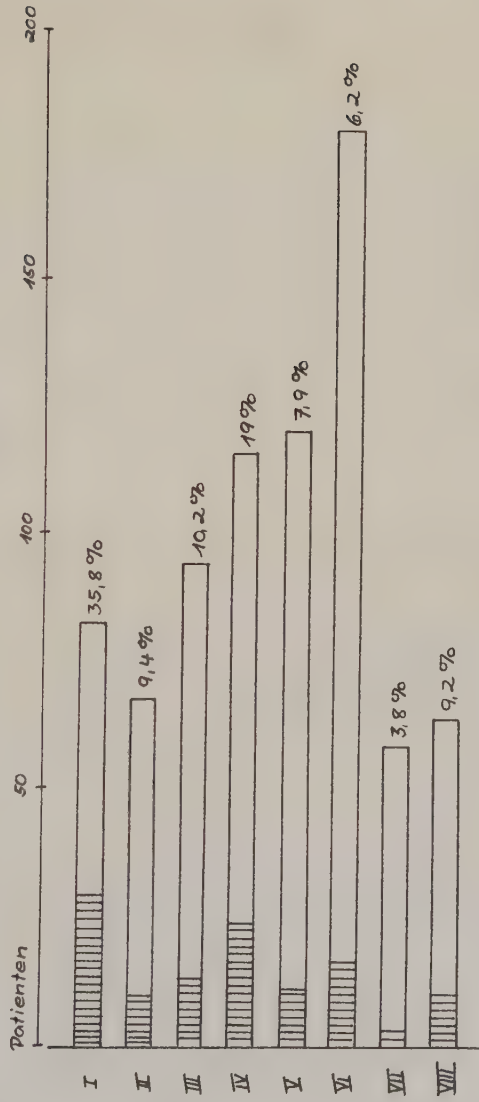
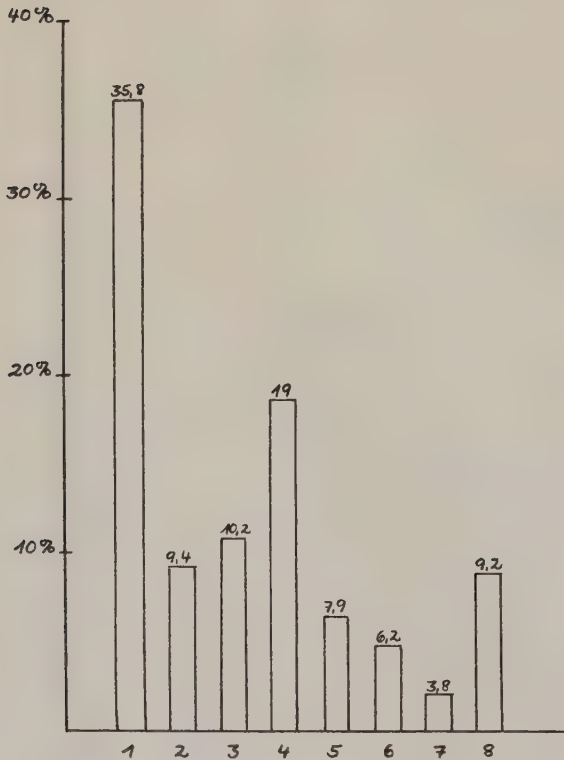


Abbildung 6
Amputationsraten verschiedener Autoren



Hinter dem Kästchen steht jeweils die Prozentzahl der Amputationen des betreffenden Autors. Die Länge eines Kästchens entspricht dem Patientengut.

Abbildung 7Prozentuale Amputationen

1- Körner, Schlosser (4)	- 2. Weltkrieg	35,8 %
2- Fahnke u. Howard (17)	- Korea - Krieg	9,4 %
3- Hughes (7)	- Korea - Krieg	10,2 %
4- Spencer, Grewe (8)	- Korea - Krieg	19,0 %
5- Heaton et al (27)	- Vietnam (65-69)	7,9 %
6- Morris, DeBakey (19)	- 1960	6,2 %
7- Levitsky et al (9)	- 1966 - 1967	3,8 %
8- Erlangen	- 1967 - 1971	9,2 %

Iatrogene Gefäßverletzungen

Mit den immer komplizierter werdenden Operationstechniken und Eingriffen, hat sich auch die Zahl der iatrogenen Schäden beträchtlich erhöht. Aber nicht nur die gefäßchirurgischen Eingriffe, sondern vor allem die Verfahren zur Diagnose machen den Hauptanteil aus. Es stehen dabei in einer herzchirurgischen Klinik, wie der Erlanger Klinik, die Coronarangiographie und Katheterangiographie, die zur präoperativen Diagnose unerlässlich sind, im Vordergrund. Die Art des Eingriffes, die dabei entstehende Komplikation, Korrektur und das Ergebnis gibt die Übersicht 1 wieder.

1958 lag die Amputationsrate bei iatrogenen Verletzungen bei 3 - 5 % (2); inzwischen konnte sie auf 1 % gesenkt werden. Iatrogene Schäden in der Form von intra- oder postoperativen Blutungen, kommen am häufigsten durch nahttechnische Fehler oder unbeabsichtigte Begleitverletzungen benachbarter Venen oder Arterien zustande.

In Erlangen kam es bei 45 Patienten zu iatrogenen Verletzungen, wobei 30 x eine Arterie, 11 x eine Vene und 4 x Arterie und Vene betroffen wurden. In 3 Fällen mußte eine Amputation vorgenommen werden.

Bei schneller chirurgischer Wiederherstellung der Kontinuität der Gefäße, lassen sich katastrophale Folgen um-

gehen. Die Komplikationsrate liegt in dieser ätiologischen Gruppe sehr niedrig.

Bei diesen 45 Patienten kam es 3 x zur Amputation, ebenfalls 3 x zum Exitus und 2 x zur Nephrektomie. Das ergibt eine Komplikationsrate von 17,7 %. In den übrigen Fällen konnten gute Erfolge erzielt werden. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß der Schaden sofort erkannt und behandelt wurde. Der Zeitverlust Verletzung - Korrektur ist meist sehr gering. Außerdem entfallen komplizierende Begleitverletzungen wie Weichteilquetschungen und Frakturen.

Tabelle 10 gibt eine Übersicht über die Topographie der iatrogenen Verletzungen. Aus der Übersicht 2 kann nochmals Topographie, Verletzungsursache, Korrektur und Ergebnis ersehen werden.

Die Verletzungen von Arterien und Venen wurden in beiden Spalten der Tabelle 10 je einmal gezählt, so daß es bei 45 Patienten zu 49 Verletzungen kam. Bei den Arterien war die A. brachialis mit 33 % am meisten betroffen - überwiegend bei Coronarangiographien -, gefolgt von der A. femoralis, deren Verletzungen ganz verschiedener Ätiologie waren. Bei den Venen wurde die Vena Cava mit 46,2 % am meisten traumatisiert.

Tabelle 10Topographie iatrogener Verletzungen

	Anzahl	%
A. thyreoidea	2	6
A. brachialis	11	33
A. radialis	1	3
Aorta abdom.	2	6
A. renalis	1	3
A. mes. inf.	2	6
Lumbalarterien	1	3
A. iliaca	2	6
A. femoralis	8	24
A. poplitea	3	9
A. tib. ant	1	3
Gesamt	34	
=====		

Halsvenen	1	6,6
Ob. Polvene	1	6,6
V. cava	7	46,2
V. renalis	2	13,2
V. iliaca	2	13,2
V. femoralis	1	6,6
V. fem. prof.	1	6,6
Gesamt	15	
=====		

Übersicht 1

=====

Iatrogene Verletzungen

Art des Eingriffes	Komplikationen	Korrektur	Ergebnis
8 x Katheterangiogr. (Seldinger)	2 x Nachbluten d.A.fem. 4 x Arterielle Throm- bose oder periphere Embolie (A.s.fem.+ A.poplitea)	Naht Thrombektomie	gut 3 gut / 1 Claudicatio
-----	2 x Art. Thromb. A. brachialis	Thrombektomie	gut
Coronarangiographie	9 x Art. Thromb. A. brachialis 1 x Blutung aus A.+ V. iliacacom.	Thrombektomie u. Gefäßrekonstr.	9 gut 1 Unterarmamputation
-----	1 x Zerr. A. femoralis 1 x Zerr. A. iliaca 1 x Abriß V.fem.prof.	Res. End-zu-End Naht Ligatur	gut Amputation gut
Endoprothesen Operat. bei Coxarthrose	1 x Einriß V. cava 1 x Einriß V. renalis und Verl. d. Aorta	Naht Versuch der Naht Vene / Art.	gut Nephrektomie
-----	6 x Einriß V. cava	Naht	4 x gut 2 x Exitus
Nephrektomie	-----	-----	-----
Nierenbecken-Op.	1 x Verl. A.+V. renalis	-----	Nephrektomie

Lumbale Aortographie	1 x Aortenwanddissektion 1 x Nachblutung (Lumbal- arterienabriß)	Bifurkationsprothese Naht	Gut gut
Leistenbruch-Op.	1 x Nachbluten aus V. iliaca externa	Naht	gut
Aortenbifurkationspr.	2 x Durchtrennung A. mes. inf.	1 x Naht 1 x Ligatur	gut Exitus n. Darmgangan-
Embolektomie mit Fogarty Katheter	2 x Perforation A. fem. / pop.	2 x Naht	2 x gut
Strumaresektion	1 x A/V-Fistel ob. Polgef. 1 x Einriß A. thy. inf.	Resektion Ligatur	gut gut
Varizenoperation	1 x Durchtrennung V. fem. 1 x Ligatur A. fem.	Veneninterposition Res. + End-zu-End Naht	gut gut
Korrektur einer Fehl- stellung nach Tibia- Fibula-Fraktur	1 x Durchtrennung A. tibialis ant.	Ligatur	gut
Venae sectio	1 x Perforation von Halsvenen	Ligatur	gut
Osteosynthese mul- tipler Frakturen	1 x Durchtrennung A. brachialis	Res. End-zu-End Naht	gut
Thrombendarterektomie	1 x Verletzung A. femoralis	Venenpatch	Amputation

Übersicht 2

=====

Topographie, Art des Eingriffes, Korrektur und Ergebnis bei iatrogenen Gefäßverletzungen

Gefäß	Art des Eingriffes	Korrektur	Ergebnis
A.brachialis	9 Coronarangiographie 2 Katheterangio.Seld.	9 Thrombektomie+Rek. 2 Thrombektomie+Rek.	3 gut / 1 Amputation 2 gut
A.radialis	1 Op.einer Schußverl.	1 Resekt.End-zu-End	gut
A.iliaca	1 TEP 1 Coronarangiographie	1 Resekt.End-zu-End 1 Naht	Amputation gut
A.femoralis	1 TEP 1 Thrombendarterekt. 4 Kathetera.Seld. 1 Fogarthy Katheter 1 Varizen-Op	Resekt.End-zu-End Venenpatch 2 Naht 2 Thrombektomie+Rek. Resekt.End-zu-End Resekt.End-zu-End	gut gut Amputation gut gut gut gut
A.poplitea	1 Fogarthy Katheter 2 Kathetera.Seld.	Naht Thrombektomie	gut 1 gut / 1 Claud
A.mes.inf.	2 Aortenbifurkationspr.	1 Ligatur 1 Naht	Exitus gut

V.cava	6 Nephrektomie 1 Sympathektomie	6 Naht Naht	4 gut / 2 Exitus gut
V.renalis	1 Nierenbecken-Op 1 Sympathektomie	Versuch d.Naht	Neph. Neph.
V.iliaca	1 Coronarangiographie 1 Leistenbruch-Op.	Ligatur Naht	gut gut
V.femoralis	1 Varizen-Op.	Veneninterpos.	gut

Gefäßverletzungen mit Frakturen

(20/ 21/ 22)

Verletzungen großer Gefäße im Zusammenhang mit Frakturen ereignen sich gewöhnlich in Körperregionen, wo enge topographische Beziehungen zwischen Gefäß und Knochen vorliegen. So kann beim suprakondylären Oberarmbruch die A. brachialis verletzt werden, und bei Tibiakopffrakturen oder Frakturen des distalen Oberschenkels können die Poplitealgefäße zerreißen. An Symptomen arterieller Gefäßverletzungen finden sich auch hier neben der peripher von der Fraktur auftretenden Ischämie Sensibilitätsstörungen und Lähmungen. Zur Vermeidung von irreversiblen Schädigungen, ist bei nicht tastbarem Puls unverzüglich eine Serienangiographie zur weiteren diagnostischen Abklärung zu veranlassen. Typische Zeichen im Angiogramm sind Abbrüche der Gefäßfüllung im Frakturbereich, Kontrastmittelflecke in Höhe des Gefäßbruches und manchmal schon eine frühe Venenfüllung proximal der Fraktur. Meist handelt es sich dann um Gefäßzerreißen, jedoch können auch infolge Intimaschädigung beim stumpfen Traumen arterielle Thrombosen entstehen.

Im Untersuchungszeitraum wurden 14 Gefäßverletzungen mit Frakturen behandelt. In drei Fällen war eine Amputation unvermeidbar. Einmal mußte nach guter Rekonstruktion in-

folge ausgedehnter Weichteilverletzungen ebenfalls amputiert werden. In den restlichen Fällen konnte durch Wiederherstellung der Gefäßkontinuität meist gute Pulse und volle Funktion der Extremität erreicht werden.

Die Übersicht 3 zeigt eine Zusammenstellung der 14 Verletzungen mit Frakturen.

Am meisten betroffen war die Arteria P o p l i t e a mit 7 Verletzungen, und zwar bei folgenden Frakturen:

- 3 x Suprakondyläre Oberschenkelfraktur
- 2 x Tibiakopffraktur
- 1 x Oberschenkelfraktur und hohe Fibulafraktur
- 1 x diakondyläre Oberschenkeltrümmerfraktur

Bei diesen 7 Verletzungen kam es 5 x zu einer Intima-verletzung (Einriss bzw. Zerreißung) und in 2 Fällen zur Ruptur des ganzen Gefäßes. (siehe Tabelle 11).

Jahnke (5) hat während des Koreakrieges in mikroskopischen Studien gezeigt, daß Intimaverletzungen umfassender sind als Verletzungen der Adventitia. Die Erkennung der Intimaläsion gestaltet sich insofern schwierig, da es nicht zu Blutungen kommt. Man sollte

daher bei ersten Anzeichen einer Gefäßschädigung, etwa fehlender oder abgeschwächter distaler Puls, Temperaturunterschiede und Verfärbung, ein Oszillogramm oder ein Angiogramm veranlassen. Sofortige Wiederherstellung der Strombahn kann die Extremität retten und zur uneingeschränkten Funktion führen. Die Art der Behandlung hängt ab von der topographischen Lage der Verletzung, dem Zeitintervall Verletzung - operative Versorgung. In jedem Falle sollte eine Technik gewählt werden, bei der der Patient am wenigsten traumatisiert wird.

Zwei Mal betroffen war die A. femoralis sup., wobei in beiden Fällen die Intima verletzt war:

48 St. Resekt. End-zu-End-Naht - Oberschenkelamput.
 3 Tg. Resekt. End-zu-End-Naht + Vorfußamputation

In beiden Fällen ist die lange Zeitdauer bis zur operativen Versorgung zu berücksichtigen.

Ebenfalls 2 Verletzungen kamen auf die A. femoralis com.; in einem Fall mit Intima-Einriß, im anderen mit Quetschung und erhaltenem Adventitiaanteil.

12 St. Resekt.+ Veneninterpos. - Oberschenkel-
 amput. nach 5 Tg.
 4 St. Resekt. End-zu-End - volle Funktion
 gute Pulse

Je einmal eingerissen waren die A. t i b i a l i s ant., die ligiert wurde und als Ergebnis geringe Minderdurchblutung zur Folge hatte und die A. t i b i a l i s post., die ebenfalls ligiert wurde.

An der oberen Extremität gab es zwei Verletzungen der A. b r a c h i a l i s. bei einer Oberarmtrümmerfraktur und einer suprakond. Humerusfraktur:

3 St.	Resekt. End-zu-End	-
8 Wo.	Venenpatch bei pulsieren der Aneurysma	- gute Pulse

Übersicht 3

=====

Zusammenstellung der Gefäßverletzungen mit Frakturen

Name, Geschl. Alter Kr. Blatt Nr.	Knochen	Gefäß	Angio.	Zeitraum Unfall/ Behandlg.	Therapie	Postoperativum und Frühresultat
K.W. 17 Jahre 127630	OS-Fraktur li. in Schaftmitte	Intimariß A.fem.sup.	-	48 St.	Resektion u. End-zu-End Anastomose nach Osteo- synthese	2 x Thrombektomie und 3 Tage später OS-Amputation
L.E. 5 Jahre 118432	OS-Fraktur li. (Schaftmitte)	Intimaläsion A.fem.sup.	+	3 1/2 Tage	Tibiakopf- drahtexten- sion u. Gef. Res. mit End zu-End-Naht	Vorfußgangrän und Vorfußamputation nach 3 Wochen
Sch.J. 29 Jahre 116208	OS-Fraktur li. + hohe Fibulafr.	Ruptur A. pop. + unterhalb des Knieg.	+	4 Tg.	OS-bündel- nagelung + US Amput. nach 14 Tg.	gute Rekonstruktion aufgrund der Nekrosen nicht möglich
P.J. 40 Jahre 102896	Unterschenkel- pseudarthrose links	A. tib. ant. reißt bei Osteosynt. ein	-		Ligatur	keine Ischämie, nur geringe Minderdurchblutung

B.W. 25 Jahre	Supracondyl. OS-Fraktur li.	Intimaläsion A. poplitea	+	8 Wo.	Resektion u. Veneninterpos.	gute Pulse, jedoch ischämie- sche Nervensch.
Z.T. 13 Jahre	Supracond. OS-Fraktur re.	Intimazer- reißung A. poplitea	+	3 St.	End-zu-End Naht nach Osteosynt.	volle Funktion
R.W. 10 Jahre	Tibiakopfr.	Zerr. A.tib. post.+ A. poplitea	+	10 St.	Osteosynth.+ Rekonstr.A. pop.+Ligat. A.tib.post.	guter Puls, eingeschr.Funktion
Sch.F. 21 Jahre 121445	Polytraumati- sierter mit Beckenringfr. u.ausged. Weichteilverl.	Quetschung A.fem.com. (erh.Adven- titiamant.)	-	12 St.	Resektion + Veneninter- pos.	gute Pulse, jedoch 5 Tage später OS-Amputation wegen Infektion
Sch.E. 49 Jahre	Diacondylärer Trümmerbruch li.OS	Intimaläsion A.poplitea	-	4 St.	Verschraubg.+ Resektion + End-zu-End Naht	volle Funktion bei gutem Puls
B.J. 30 Jahre 124103	Multiple Beckenfr. (Pfehl.V.)	Intimariß A.fem.com.	-	4 St.	Resektion und End-zu-End Naht	volle Funktion

Ü.G. 18 Jahre	Tibiakopfr. (ber.Verschr.)	Intimaläsion A.poplitea	+	2 Mte.	Resektion + Venentransplan- tat	volle Funktion
G.G. 19 Jahre	Supracond.OS- Fraktur li. (ber.mit Bünd- stabilisiert)	Intimariß A.poplitea	+	5 Tg.	Resektion + Venentransplan- tat	volle Funktion
Sch.W. 40 Jahre	Oberarmtrümmer- fraktur re.	Zerreißung A.brachialis	-	2 1/2 St.	Anfrischung der Gefäßstümpfe und End-zu- End Naht	
G.E. 6 Jahre 112057	Supracond. Humerusfraktur links	Pulsierendes Aneurysma der A.brachialis	-	8 Wo.	Hämatomausräumung. Gefäßnaht + Venenpatch	gute Pulse

Zeitintervall: Verletzung - Rekonstruktion (Frakturen)

Von den 14 Verletzungen wurden 5 innerhalb der ersten 6 Stunden behandelt; es kam hierbei zu keinen Amputationen. Bei längerem Zeitintervall hängt das Ergebnis wohl davon ab, ob das Gefäß noch etwas durchlässig war, ob genügend Kollaterale die arterielle Versorgung der distal der Verletzung gelegenen Gebiete übernehmen konnten. Sehr große Bedeutung haben auch die Begleitverletzungen; so sind die Erfolgsaussichten bei Muskelquetschungen und dergleichen schlechter. Die Tabelle 12 gibt eine Übersicht über Zeitverlust zwischen Unfall und chirurgischer Versorgung.

Bei der Behandlung der Gefäßverletzungen mit Frakturen sollte zunächst die Fraktur operativ stabilisiert werden, damit nicht bei der Reposition die Gefäßkonstruktion wieder zerstört wird (siehe hierzu Übersicht 4).

Tabelle 11

Zeitdauer - Behandlungsart und
Ergebnis bei Intimaverletzungen

<u>Zeit</u>	<u>Behandlung</u>	<u>Angio.</u>	<u>Ergebnis</u>
3 St.	End-zu-End-Naht	+	volle Funktion
4 St.	Resekt. End-zu-End	-	volle Funktion, gute Pulse
5 Tg.	Resekt.+ Venentransp.	+	volle Funktion
8 Wo.	Resekt.+ Venentransp.	+	gute Pulse, ischäm.Nervenschädg.
2 Mt.	Resekt.+ Venentransp.	+	volle Funktion

Tabelle 12Zeitverlust zwischen Unfall und chirurgischer Versorgung

<u>Zeit</u>	<u>Zahl</u>	<u>Amputationen</u>
0 - 3 Stunden	3	0
3 - 6 Stunden	2	0
6 - 9 Stunden	0	0
9 -12 Stunden	2	1
12-24 Stunden	0	0
1 - 2 Tage	1	1
2 - 4 Tage	2	2
4 - 6 Tage	1	0
bis 2 Monate	3	0
-----		-----
	14	4
=====		=====

Operatives Vorgehen bei der Versorgung kombinierter Gefäßverletzungen

1. Stabilisierung der Fraktur
2. Strombahnwiederherstellung
(Arterie - Vene)
3. Nervennaht

Chronische Gefäßverletzungen (23 / 24)

Wie De Bakey (26) herausstellt, ist es wichtig, akute und frische Arterienverletzungen von chronischen - wie arteriovenösen Fisteln und falschen Aneurysmen - zu trennen. Chronische Verletzungen entstehen durch Traumen, bei denen der Gefäßschaden nicht diagnostiziert oder falsch behandelt wurde. Die arteriovenösen Fisteln oder Aneurysmen beruhen auf einer gemeinsamen Verletzung von Arterie und Vene durch spitze oder scharfe Gegenstände. So neigen vor allem Schuß- und Stichwunden zur Fistelbildung. Von 802 Arterienverletzungen im 2. Weltkrieg endeten 30 % in A-V Fisteln (25). Nahezu zwei Drittel der chronischen Verletzungen sind A-V Fisteln; sie rühren meist her aus scharfen oder stumpfen Traumen (Frakturen). Die Zeit zwischen der Verletzung und der Behandlung variiert von 2 Tagen bis zu 30 Jahren (siehe Tabelle 13).

Bei 14 Patienten traten 15 Verletzungen auf. Bei einer Metzgerstichverletzung wurde sowohl die A. als auch die V. femoralis verletzt, ohne daß sich jedoch eine Fistel zwischen den beiden Gefäßen ausbildete.

Ätiologie von 14 chronischen Gefäßverletzungen

Wie schon erwähnt, entstehen A-V Kurzschlüsse meist bei scharfen Traumen wie Schuß- und Stichverletzungen, so daß hier alte Kriegsverletzungen als ätiologischer Faktor an erster Stelle stehen. Bei 4 Arbeitsunfällen handelt es sich um Rezidive von Metzgerstichverletzungen. Eine iatrogene Verletzung entstand ein Mal, als nach einer Babcock-Operation die A. femoralis 17 Jahre lang abgebunden war, was sich in Claudicatiobeschwerden äußerte und ein Mal, als bei einer Monaldi-Drainage ein A-V Aneurysma der A. subclavia verursacht wurde. Es wurde nach 18 Monaten mit Einzelknopfnähten versorgt (siehe Tabelle 14).

Metzgerstichverletzungen

Bei den Metzgerstichverletzungen handelt es sich um Verletzungen der Arteria oder Vena femoralis. Die Abbildung 9 soll die Entstehung der Verletzung veranschaulichen.

Es wurden 6 solcher Verletzungen behandelt. In zwei Fällen handelte es sich um akute Traumen, die sofort mit guten Ergebnissen behandelt werden konnten. Vier solcher Verletzungen rezidierten nach einer primären Versorgung vor bis zu 30 Jahren. Es zeigten sich die typischen Symptome einer peripheren Minderdurchblutung, was aus der folgenden Übersicht 5 zu erkennen ist.

Tabelle 13Anzahl der chronischen Verletzungen

A-V Aneurysma, Fisteln	8
sonstige Verletzungen	6
Gesamt	14
=====	=====

Tabelle 14Ätiologie von 14 chronischen Gefäßverletzungen

Ätiologie	A-V Fistel/ Aneurysma	sonst.chron. Verletzung	Gesamt
Krieg/ dav.Bundesw.	3/ 1	1	5
Arbeit	1	4 (Metzg.)	5
Iatrogen	1	1	2
Sonstiges	1	-	1
Unbekannt	1	-	1
Gesamt	8	6	14
=====	=====	=====	=====

Abbildung 9Entstehung von Metzgerstichverletzungen

Übersicht 5

=====

Metzgerstichverletzungen

	Verletzungsart	Symptomatik + Diagnose	Zeit	Behandlung	Ergebnis
Sch.W.-m. 16 Jahre 118203	Schnittverletzg. A.+V. femoralis	Weichteilverletzung Blutung aus Wunde	2 St.	Res.End-zu-End	volle Funktion
K.W. - m. 21 Jahre 112419	Schnittverletzg. V. femoralis	Blutung aus Wunde	?	Naht	volle Funktion
D.H. - m. 19 Jahre 132245	Thrombotischer Verschl.Metzg.	Kälte, Schmerzen, Ischämie, beg.Gangr.	2 Tg.	Venenpatch	eing.Funktion
J.H. - m. 32 Jahre 127576	Lumeneinengung nach Naht	Temperaturuntersch. Claudicatio,sensibl. Störungen,Angiograph	12 J.	Autogen. Venentransp.	volle Funktion
L.R. - m. 18 Jahre 128479	Verschluß der A.femoralis	Kälte Claudicatio keine Pulse + Angio.	1 J.	Resektion End-zu-End	volle Funktion
B.J. - m. 46 Jahre 69218	Stenose A.fem. Verschl.V.fem.	ausgeprägte Vari- kosis	30 j.	Dacronpr.der Art.,Autogen. Venentranspl. der Vene	volle Funktion

Diagnose

Die Diagnose von Fisteln zwischen Arterien und Venen ist zum Zeitpunkt der Verletzung oder unmittelbar danach durch externe Untersuchung kaum möglich. Dagegen läßt sich ein Geräusch schon wenige Stunden nach Ausbildung der arteriovenösen Verbindung hören (Luke J.C., 28). Hat sich die Fistel nach langer Zeit allmählich ausgebildet, so sind die Symptome charakteristisch: klopfendes Maschinengeräusch, tastbares Schwirren, Varikosis, Ulzera, Kälte, Blässe, Zyanose, Gefühlslosigkeit und Ödeme. Meist traten diese Symptome in Kombination miteinander auf und in der Anamnese ließ sich ein Trauma erforschen. Manchmal sind auch Verbreiterungen der Herzfigur vorhanden, die sich aber nach Resektion der Fistel wieder zurückbilden (25).

Von den 14 Patienten wurden 7 angiographiert, was hauptsächlich zur präzisen Operationsvorbereitung geschah.

Behandlung

Die Behandlung der 14 Patienten kann aus der Übersicht 6 ersehen werden. Sie richtet sich auch hier wieder nach den topographischen Gegebenheiten. So wurde ein A-V Aneurysma der A. tibialis ant. ligiert und zeigte gute Ergebnisse. In 5 Fällen war es möglich, die Fistel zu resektieren und die Arterien End-zu-End zu vernähen, wobei die

Venen jeweils ligiert wurden. War der Abstand zwischen den Arterienstümpfen zu groß, um spannungsfrei vernäht werden zu können, so wurde der Defekt mit einem Venentransplantat oder mit einer Dacronprothese überbrückt. Bei einem Rezidiv einer Metzgerstichverletzung, wobei das Gefäß thrombotisch verschlossen war, wurde ein Venenpatch aufgesetzt. In zwei Fällen von AV Aneurysmen wurden die Venen abgebunden und die Arterien mit Einzelknopfnähten versorgt. Die Behandlung und das Ergebnis von chronischen Gefäßverletzungen ist aus der Übersicht 6 ersichtlich.

Eine Topographie chronischer Gefäßverletzungen zeigt die Tabelle 15.

Bei drei Fisteln der Arteria und Vena femoralis handelte es sich um Rezidive von Kriegsverletzungen, die nicht richtig erkannt und entsprechend behandelt wurden. Die Entstehung der Fistel der Poplitealgefäße ist unbekannt; im Falle der Tibialis anterior-Fistel konnte in der Anamnese eine Verletzung mit einem Nagel nachgewiesen werden. Bei der Subclaviafistel handelt es sich um eine iatrogene Verletzung, während der Kurzschluß der Brachialgefäße bei einem Granatsplitterungslück der Bundeswehr entstand. Von den 6 chronischen Verletzungen,

Tabelle 15Topographie chronischer Gefäßverletzungen

<u>A-V Fistel/ Aneurysma</u>		<u>sonst.chronische Verletzungen</u>
4 x	AV femoralis	5 x A. femoralis (4 Metzger)
1	AV poplitea	1 A.+V. femoralis
1	AV tibialis ant.	
1	AV subclavia	
1	AV brachialis	

Tabelle 16Zeitintervall + Verletzung - Versorgung

<u>Zeit</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Ergebnis</u>
Tage - 1 Monat	2	1 x gut 1 x eingeschränkte Funktion
1 - 5 Jahre	4	3 x gut 1 x unbekannt
10 - 20 Jahre	2	2 x gut
20 - 30 Jahre	5	3 x gut 1 x Ektasie der A.poplitea 1 x Exitus
unbekannt	1	Ektasie der Aorta abdominal
Gesamt	14	

Übersicht 6
=====

Behandlung von chronischen Gefäßverletzungen

Behandlung	Anzahl	Ergebnis
Resektion und End-zu-End Ligatur der Vene	5	4 x gut 1 x diffuse Ektasie der A. poplitea
Transplantat der vene saphena magna	3	1 x Exitus 2 x gut
Einzelknopfnähte	2	1 x gut 1 x Ektasie der Aorta
Venenpatch	1	1 x eingeschränkte Funktion
Dacronprothese	1	1 x gut
Venenbypass	1	1 x gut
Ligatur	1	1 x gut

bei denen sich keine arteriovenöse Fistel bildete, sind 4 Metzgerstichverletzungen, eine iatrogene und eine Kriegsverletzung.

Eine Übersicht Zeitintervall + Verletzung - Versorgung stellt die Tabelle 16 dar.

Zusammenfassung und Erläuterung der Komplikationen

Insgesamt wurden 107 Patienten gefäßchirurgisch in der Zeit von 1967 - 1971 behandelt. 14 Patienten wurden mit eingeschränkter Funktion entlassen. Bei 7 Patienten mußte amputiert werden; in 4 Fällen führte das Trauma zur Nephrektomie, 5 Patienten starben an den Folgen der Verletzungen. Näheres kann man aus den Übersichten 7 a/ b/ c ersehen.

Zum Abschluß sollte man noch bemerken, daß viele Gefäßverletzungen erst nach Eintritt von Komplikationen und somit nach großem Zeitverlust in die Erlanger Klinik überwiesen wurden. Die Voraussetzung für noch bessere Erfolgsquoten waren somit ungleich schlechter als z.B. bei den Vietnamstatistiken von Levitsky et al. (9), wo die verwundeten Soldaten unter Einsatz von Hubschraubern unverzüglich in eine Spezialklinik eingeliefert wurden. Das Schicksal eines Patienten wird also be-

Übersicht 7 - a

Komplikationen bei Gefäßverletzungen - 7 Amputationen

Name, Geschl.

Alter

Kr.Bl.Nr.

Gefäß

Begleitverletzung

Zeit

Behandlung

L.E. - w. 6 Jahre 113432	A. fem. prof.	Multiple Oberschenkel- frakturen, Schock	2 St.	End-zu-End
Sch.F.-m. 21 Jahre 121445	A. femoralis	offene Oberschenkel- fraktur, Beckenfraktur, Schock, Symphysenring- sprengung, Hüftpfannen- bruch	10 St.	Bypass V.S.m.
K.W. - m. 17 Jahre 127630	A. femoralis	Oberschenkelfraktur in Schaftmitte	48 St.	End-zu-End
Sch.J.-m. 29 Jahre 116208	A. poplitea	Oberschenkelfraktur Weichteilverletzung	4 Tg.	Konservativ
B.E.w. 66 Jahre 132246	A. iliaca ext.	Zerreißung bei Endoprothesen-Op.	26 Tg.	End-zu-End
S.H. -m. 60 Jahre 136978	A. femoralis	Nachbluten nach Throm- bendarterektom.	11 Tg.	Venenpatch
D.M. -w. 49 Jahre 130911	A. brachialis	Coronarangiographie	6 Tg.	End-zu-End

Übersicht 7 - b

=====

Komplikationen bei Gefäßverletzungen - 4 Nephrektomien

Name, Geschlecht	Kr.Blatt Nummer	Ursache	Verletzung
F.H. - m. 18 Jahre 121871		stumpfes Nierentrauma	Zerreißung der V. renalis
Sch.R. - m. 25 Jahre 92581		stumpfes Bauch- und Nierentrauma	Zerreißung der A.+V. renalis
Z.K. - m. 46 Jahre 131751		Nierenbeckenstein Op.	Einriß A.+V. renalis
W.H. - m. 68 Jahre 92398		Grenzstrangresektion	Einriß der V. renalis

Übersicht 7 - c

=====

Komplikationen bei Gefäßverletzungen - 5 x Exitus

Name, Geschlecht Alter Kr. Blatt Nummer	Gefäß	Komplikationen
D.K. - m. 52 Jahre 59590	AV Aneurysma der Femoralgefäße	Hochgradige Brüchigkeit der Aorta abdom.
W.A. - m. 58 Jahre 100059	Einriß der vena iliaca com	Beckenringbrüche, Sympfysensprengung Blasenruptur, Dünndarmeinrisse
	Unterbindung der A. mesent. inf.	Darmgangrän
Sch.A.-m. 5 Monate 115752	Einriß der V. cava	Wilmstumor Op., Herzstillstand in tabula.
L.E. - w. 56 Jahre 86332	Einriß der V. cava	Nierentumor-Op., Herzstillstand in tabula.

stimmt durch den Zeitverlust zwischen Verletzung und Rekonstruktion der Gefäßkontinuität, durch die Qualität eines Kollateralkreislaufes, durch die Lokalisation der Verletzung, durch das Ausmaß der Begleitverletzungen (Frakturen und Weichteilquetschungen) und die Exaktheit der operativen Versorgung. Als Ursachen für Mißerfolge nennt Brisbin primären Verschuß der Wunde durch Naht, Einbringen eines Gefäßtransplantates in bereits infiziertes Gewebe und unzureichende Wundtoilettage.

Die Komplikationsrate wird sich noch weiter senken lassen, wenn an allen Kliniken bei Traumen an die Möglichkeit einer Gefäßläsion gedacht wird und unverzüglich die richtigen Maßnahmen eingeleitet werden.

"Above all, in case of any trauma that by its location or force might cause damage to an artery the possibility of an arterial injury must be kept in mind. When the mind is prepared in involvements of the limb the diagnosis by clinical means is usually possible."

D.E. Szilagyi

Z u s a m m e n f a s s u n g

Von 1967 - 1971 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen 93 Patienten wegen akuter Gefäßverletzungen behandelt. 48 % erlitten iatrogene Schäden, 20 % infolge von Verkehrsunfällen. Die besten Heilungsaussichten zeigen die iatrogenen Verletzungen, da in diesen Fällen ohne Zeitverlust eine operative Versorgung eingeleitet werden konnte, im Gegensatz zu Verkehrsverletzungen, wo schwerwiegende Begleitverletzungen die operativen Maßnahmen in Frage stellen können.

Bei der Behandlung von Arterienverletzungen hat sich die Resektion und End-zu-End Naht der Stümpfe am besten bewährt. Bei 46 Verletzungen von Hauptarterien war bei 7 Patienten eine Amputation nicht zu vermeiden. Am meisten betroffen waren Femoral-, Popliteal- und Brachialgefäße.

Die meisten iatrogenen Schäden traten bei Coronarangiographien, Katheterangiotomie nach Seldinger und bei Nephrektomien auf.

In 14 Fällen waren Gefäßverletzungen von Frakturen begleitet. Bei 4 dieser Patienten mußte amputiert

werden. Der Rest zeigte zufriedenstellende Ergebnisse. Mit chronischen Gefäßverletzungen wurden 14 Patienten behandelt, in 10 Fällen war das Ergebnis gut, 1 Patient ging verloren.

Insgesamt wurden 107 Patienten gefäßchirurgisch behandelt. 14 Patienten wurden mit eingeschränkter Funktion entlassen. Bei 7 Patienten mußte amputiert werden, in vier Fällen führte das Trauma zur Nephrektomie, fünf Patienten starben an den Folgen ihrer Verletzungen.

54906	Hubmann, Horst	Oberschenkelverletzung
71402	Kolleg, Wolfgang	A.radialis
92398	Wiehr, Heinrich	A.iliaca
93581	Schott, Reinhold	Bauchtrauma
94122	Schinzel, Wolfgang	Halsverletzung
94893	Dechant, Heinrich	Vena jugularis
96493	Heidenreich, Brigitte	A. poplitea
97275	Eckstein, Georg	Bauchtrauma
99013	Erdmann, Günther	A. poplitea
101576	Kaupert, August	Bauchtrauma
61811	Hoffmann, G.	Metzgerstichverletzung
85577	Beyer, Georg	A. radialis
102061	Hader, Jürgen	V. cava
102657	Brandner, Christoph	V. iliaca
103931	Lauk, Leo	Unterarmgefäße
106373	Rösner, Martin	A. femoralis
109623	Prütting, Greti	A. brachialis
112057	Grünert, Elke	Oberarmverletzung
112419	Körner, Walter	V. femoralis
114318	Wagner, Johanna	Bauchtrauma+ Beckentrauma
115752	Schnagl, Alfred	V. cava
116208	Schuck, Joseph	A. poplitea
116266	Roppelt, Baptist	Kriegsverletzung
66952	Stark, Wolfgang	Schnittverletzung
123860	Scheider, Gerhard	Oberarmschnittverletzung
124103	Bucher, Joseph	A. femoralis
124317	Ossler, Hedwig	A. femoralis
124904	Bloederl, Margarete	V. cava
126824	Fuhrmann, Herbert	Oberschenkelverletzung
127576	Imhofer, Heinz	A. femoralis
127630	Kahl, Wolfgang	A. femoralis
128479	Lutz, Reinhard	A. femoralis
131757	Zeilmann, Karin	A. renalis
132104	Lugauer, Siegfried	Bauchtrauma
16909	Kramp, Klaus	A. subclavia

129460	Dienstbier, Hans	Kriegsverletzung
41768	Tanner, Hans	Bauchtrauma
59590	Dorn, Kurt	Kriegsverletzung
102896	Pollinger, Josef	Unterschenkelverletzung
107121	Vasily, Iwan	Oberarmverletzung
117419	Leistner, Erich	A. femoralis
118203	Schmitt, Werner	A. femoralis
118432	Linzenmeyer, Evi	Oberschenkelverletzung
118751	Hildebrandt, M.	Beckenverletzung
119926	Kistler, Maria	A. iliaca
120961	Jancar, Johann	Oberarmverletzung
121445	Schönstein, Franz	Oberschenkelverletzung
121871	Fritsch, Helmut	Bauchtrauma
132245	Dietel, Helmut	A. femoralis
133246	Beck, Elise	A. iliaca
133283	Baier, Doris	Unterarmverletzung
135138	Beck, Ida	A. femoralis
136978	Schöllhammer, Hans	A. femoralis
39133	Eckert, Heinz	Oberarmverletzung
68543	Dimmler, E.A.	Oberarmverletzung
73160	Hörner, Frieder	Bauchverletzung
69218	Burckholz, Josef	Oberschenkelverletzung
69725	Müller, Albert	Unterarmverletzung
77426	Müller, Erich	V. cava
78408	Mayer, Manfred	Unterarmverletzung
79471	Haagen, Andreas	Beckenverletzung
80576	Meier, Max	A. iliaca
80750	Matejka, Maria	A. femoralis
84242	Bamberger, Johann	A. poplitea
84320	Meier, Heinrich	A. femoralis
86332	Lautner, Elisabeth	Bauchverletzung
86350	Frohring, Else	Halsverletzung
86695	Eichenmüller, Karin	Bauchtrauma
76755	Heumayer, Anna	Oberschenkelverletzung

19943	Eber, Klaus	A.-V. Fistel
67564	Regler, Georg	Oberschenkelgefäße
69161	Oppelt, Richard	Oberschenkelverletzung
69238	Hasse, Emilie	A.-V. Fistel
79373	Weinzirl, Philipp	A.-V. Fistel
97098	Günther, Max	Oberschenkelgefäße
124028	Schreitmüller, Hanna	A. subclavia
132951	Moser, Manfred	Oberarmgefäße

- 1 Kremer K.
Chirurgie der Arterien - Thieme 1959
- 2 Kremer K.
Die geschichtliche Entwicklung der Gefäßchirurgie
Zbl. Chirurgie 82 / 1632 - 1957
- 3 Brisbin R.L., Geib P.O., Eisemann B.
Secondary disruption of vascular surgery
Ann. Surg. 99 / 787-795 - 1969
- 4 Körner K., Schlosser V.,
Diagnostische und rekonstruktive Maßnahmen
zur Primärversorgung offener und Gedeckter
Arterienverletzungen.
Hefte Unfallheilkunde 94 / 107-111 - 1968
- 5 Jahnke E.J. and Seeley S.E.
Acute vascular injuries in the Korean War.
An analysis of 77 consecutive cases.
Ann. Surg. 138-158 - 1953
- 6 Ziperman H.H.
Acute arterial injuries in the Korean War.
Ann.Surg. 139, 1. 1954
- 7 Hughes C.W.
Arterial repair during the Korean War.
Ann. Surg. 147 / 555 - 1958
- 8 Spencer F.C. and Grewe R.V.
The management of arterial injuries in
battle casualties.
Ann.Surg. 141 / 304 - 1955
- 9 Levitsky S., James P.M., Anderson R.W., Hardaway R.M.
Vascular trauma in Vietnam battle casualties;
an analysis of 55 consecutive cases.
Ann.Surg. 123 / 543-579 - 1968
- 10 Vollmar H.
Rekonstruktive Chirurgie der Arterien - Thieme 1967
- 11 Vollmar H.
Iatrogene Gefäßverletzungen in der Chirurgie
Langenbecks Arch.klin.Chir. 322 / 335-339 - 1968
- 12 Annetts D.R., Harris J.D., Jepson R.P.,
Ludbrook J., Miller J.H., Tracy G.D.
Acute arterial injuries in civilian practice.
Aust.N.Z. J. Injury 39,4 / 340-345 - 1970

- 13 Mathiesen F.R.
Acute injuries in civilian practice
Acta, chir.Scand. 135 / 15-20 - 1969
- 14 Smith R.F., Szilagyi P.E., Pfeifer D.
Arterial Trauma
Arch.Surg. 86 / 825 - 1963
- 15 Dorgen R.J.
Chirurgische Behandlung von Arterienverletzungen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 322 / 1108-1109 - 1968
- 16 Gaspar M.R., Treiman R.L., Payne H.H.,
Rothschild P.D. and Gaspord D.J.
Principles of treatment and special problems in vascular trauma.
Surg.klin.N. Amer. 48 / 1355-1364 - 1968
- 17 Maurer P., Scherer H.
Unfallbedingte Arterienverletzungen
Fortschr.Med. 87 / 1317-1319 - 1969
- 18 Szilagyi D.E.
Some controversial topics in vascular surgery.
Amer. J. Surg. 118 / 406-412 - 1969
- 19 Morris G.C., Beal A.C., Roof W.R. and DeBakey M.E.
Surgical experience with 220 acute arterial injuries in civilian practice.
Amer.J.Surg. 99 / 775 - 1960
- 20 Haas L.M., Staple T.W.
Arterial injuries associated with fractures of the proximal tibia, following blunt trauma.
South med. J. 62 / 1439-1448 - 1969
- 21 Fabian W.
Behandlung arterieller Gefäßverletzungen bei Extremitätenfrakturen.
Mschr.Unfallheilkunde 12 / 486-488 - 1969
- 22 Baumann G., Becker H.M.
Erkennung und Behandlung begleitender Gefäßverletzungen bei Frakturen und Luxationen.
Langenbecks Arch.Surg. 325 / 983-987 - 1969
- 23 Sako J., Varco R.L.
Arteriovenous fistula; Results of management of congenital and aquired forms, blood flow measurements, and observations and proximal arterial degeneration.
Surg. 67 / I 40-61 - 1970

- 24 Seely S.F., Hughes C.W., Cook F.N. and Elkin D.C.
Traumatic arteriovenous fistulas and aneurysms
in war wounded: Study of 101 cases.
Amer.J.Surg. 83 / 471-479 - 1952
- 25 De Takets G.
Vascular Surgery
Philadelphia and London 1959
- 26 De Bakey M.E. and Simone F.A.
Battle injuries of the arteries in World War II
Analysis of 2471 cases.
Ann.Surg. 123 / 543-579 - 1946
- 27 Heaton L.D., Hughes C.W., Rasegay H.,
Fischer G.W. and Feighny R.E.
Military surgical practices of the US Army
in Vietnam.
Year Book medical publishers 1966
- 28 Luke J.C.
Arterial trauma
J. Cardiovasc.Surg. 3 / 165-168 - 1962

Herrn Prof. Dr. G. Hegemann danke ich für die Möglichkeit, an seiner Klinik arbeiten zu können und für die Übernahme des Korreferates.

Besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz. Dr. K. Schwemmler für die Abfassung des Referates.

Bei Herrn Dr. Raithel bedanke ich mich sehr herzlich für die Ratschläge bei der Abfassung der Arbeit und für die in großem Maße gewährte Hilfe.

Fast unersetzlich war die Hilfe der Familie Sieland beim Schreiben der Arbeit und der Anfertigung der Tabellen und Zeichnungen, wofür ich mich auf diesem Wege nochmals sehr herzlich bedanken möchte.

L e b e n s l a u f

Am 27. Mai 1948 wurde ich als Sohn des heutigen Ober-Amtsrates Helmut Hodel und seiner Ehefrau Margot Hodel, geb. Ihle in Karlsruhe geboren.

Vom April 1955 bis April 1959 besuchte ich die Volksschule in Karlsruhe und anschließend das Helmholtz Gymnasium Karlsruhe, wo ich am 6. Juli 1967 das Zeugnis der Reife erhielt.

Im Mai 1968 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Hier bestand ich im April 1969 das Vorphysikum und im August 1970 das Physikum.

Im Sommer 1972 legte ich eine 2-monatige Famulatur an der Universitätsklinik in Djakarta (Indonesien) ab. Im Januar 1974 bestand ich in Erlangen das medizinische Staatsexamen mit sehr gutem Erfolg.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nahe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990